

УДК 576

**ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОВИТОСТИ БЛОХ  
LEPTOPSYLLA SEGNIS (SIPHONAPTERA: LEPTOPSYLLIDAE)  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО  
КОНТАКТА С НИМИ ПРОКОРМИТЕЛЯ**

© В. С. Ващенко

В экспериментальных условиях плодовитость блох изменялась в зависимости от продолжительности предварительного контакта с ними прокормителя. При сроке контакта 1—6 дней показатель среднесуточной плодовитости возрастал, затем снижался (срок 7—12 дней) и опускался ниже исходного уровня (срок 13—30 дней). Предполагается, что наблюдавшиеся изменения плодовитости блох связаны с иммунными реакциями прокормителя на их укусы.

Питание кровососущих членистоногих на теплокровных животных сопровождается возникновением у прокормителя широкого набора иммунных реакций на вводимый при кровососании секрет слюнных желез (Wikel, 1982). Влияние этих реакций на жизнедеятельность эктопаразитов изучено крайне слабо, а что касается блох, то они в этом отношении вообще не затронуты исследованиями. Одним из показателей подобного влияния может служить плодовитость эктопаразитов. Учитывая это, нами на примере *Leptopsylla segnis* Schonhegg было проведено экспериментальное исследование изменений активности откладки яиц у блох в зависимости от продолжительности контакта с ними прокормителя.

Блохи *L. segnis* — специфические паразиты домовых мышей. Являясь типичными «блохами шерсти», эти насекомые, попав на хозяина, в дальнейшем не сходят с него во внешнюю среду, что делает их удобным объектом для подобных исследований.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В работе использована лабораторная культура блох *L. segnis*, а в качестве их прокормителей — беспородные белые мыши. В опытах сравнивалась плодовитость блох, кормившихся на мышах, имевших разный по продолжительности предварительный (непрерывный) контакт с эктопаразитами этого же вида. Для определения количества отложенных яиц использовалась применявшаяся нами ранее методика (Ващенко, 1993). Заключение в специальный садок (спираль из металлической проволоки) и таким образом обездвиженная мышь после выпуска на нее определенного количества блох помещалась в кювету, застланную черной полиэтиленовой пленкой. Отложенные блохами яйца, хорошо заметные на черном фоне, периодически подсчитывались под бинокулярной лупой.

Опытам предшествовала постановка культур, в которых на прокормителе содержались блохи одного и того же срока вылода. В эксперименты брались приступившие к размножению насекомые, находившиеся на прокормителе не менее 3 сут. В большинстве поставленных опытов наблюдения за откладкой яиц велись в течение 2 дней с перерывом на 15—17 ч, а их ежедневная продолжительность была не менее 7 ч. В перерывах между наблюдениями мыши освобождались из садка.

По числу самок, находящихся на зверьке, и количеству отложенных яиц за время наблюдений рассчитывали показатель среднесуточной плодовитости (сред-

нее число яиц на 1 самку в сутки), который использовался в качестве варианты при группировке вариационных рядов, по данным однотипных опытов.

Проведены три серии опытов, отличавшихся по количеству насекомых, выпускавшихся на прокормителя (5, 10, 20). В перерывах между наблюдениями, когда подопытные зверьки освобождались из садка, часть эктопаразитов, хотя и редко, погибала и группы уменьшались. Число блох, кормившихся на зверьке в 1-й день опыта, соответствовало числу подсаженных на зверька, на 2-й день определялось при очесывании мышей после окончания опыта.

Наибольшая продолжительность непрерывного контакта подопытных мышей с блохами составила 30 дней.

Параллельными опытами, в которых использовались блохи из одной и той же культуры, а мыши одного пола и приблизительно одинакового возраста, мы имели возможность охватывать не более 3 сравниваемых вариантов. В связи с этим цифровые материалы сведены в таблицу как независимые выборки. Для оценки достоверности различий в сопоставлявшихся вариантах помимо параметрических критериев в отдельных случаях использован также непараметрический показатель Вилкоксона для попарно связанных вариантов (Лакин, 1980).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Опыты показали, что на плодовитость блох *L. segnis* помимо прочих уже известных факторов оказывает влияние продолжительность предварительного контакта с ними прокормителя. Наряду с определенными различиями в уровне яйцепроодукции в разных сериях опытов, отличавшихся по количеству насекомых, выпускавшихся на белых мышей, в последовательности изменений показателя среднесуточной плодовитости наблюдались сходные закономерности. По мере увеличения продолжительности контакта белых мышей с блохами этот показатель сначала возрастал, затем снижался и опускался ниже исходного уровня.

Результаты проведенных опытов подытожены в таблице. Полученные данные сгруппированы по 5 срокам предварительного контакта мышей с блохами, выделенным с учетом динамики плодовитости блох.

Сравнительный анализ полученных экспериментальных данных осложняется тем обстоятельством, что результаты 1-го и 2-го дней однотипных вариантов опытов оказались неравнозначными. Показатели плодовитости 1-го дня опытов были обычно ниже, чем полученные на следующий день. Возможно, это в какой-то мере объясняется тем обстоятельством, что при подготовке опытов блохи снимались с другого прокормителя и некоторое время (до 1 ч) находились при комнатной температуре без хозяина (в пробирках). Отмечено, кстати, что в 1-й день опытов эктопаразиты приступали к откладке яиц на 1—2 ч позже, чем во 2-й. Вместе с тем разница в результатах 1-го и 2-го дней была неодинаковой в разных вариантах опытов. Она, в частности, была менее значительной или вообще исчезала в опытах, в которых использовались мыши с продолжительностью контакта 13 дней и более. В связи с тем что лишь некоторые варианты могут быть сопоставлены по итоговым (за 2 дня опыта) данным, в таблице помимо суммарных показателей для каждого срока приведены также результаты по 1-му и 2-му дням наблюдений.

В I серии опытов, в которых на мышей выпускались группы блох до 5 особей, показатель среднесуточной плодовитости через сутки после контакта увеличивался с 12.8 до 15.9 (1-й и 2-й сроки), т. е. на 25 %. Однако можно лишь предполагать, что эти различия обусловлены не только тем, что данные получены в разные дни одних и тех же опытов, а связаны также с контактом прокормителя с блохами в течение предшествующих суток. При увеличении продолжительности контакта до 2—6 сут (3-й срок) показатель среднесуточной плодовитости увеличивался, по данным 1-го дня опытов, до 15, по 2-му — до 17.3 (разница по дням опытов 13.2 %). По сравнению с группами блох, кормившимися на интактных мышах, показатель среднесуточной плодовитости (соответственно по 1-му дню

Изменения показателя среднесуточной плодовитости блох  
*Leptopsylla segnis* в зависимости от продолжительности предварительного  
контакта с ними прокормителя

The fecundity changes in fleas *Leptopsylla segnis* under influence  
of the duration of the host-parasite contact

Номер	Сроки предварительного контакта мышей с блохами (сут)	1-й день опыта	2-й день опыта	Итого
Группы блох до 5 особей (I серия)				
1	Интактные	$12.8 \pm 3.3(26)$		$12.8 \pm 3.3(26)$
2	1		$15.9 \pm 3.7(25)$	$15.9 \pm 3.7(25)$
3	2—6	$15 \pm 3.7(13)$	$17.3 \pm 2.9(13)$	$16.2 \pm 3.5(26)$
4	7—12	$12.8 \pm 3(8)$	$16.1 \pm 2.5(7)$	$14.3 \pm 3.2(15)$
5	13 и более	$11.9 \pm 2.9(10)$	$11.7 \pm 2.7(12)$	$11.8 \pm 2.8(22)$
Группы блох до 10 особей (II серия)				
1	Интактные	$12.4 \pm 2.7(27)$		$12.4 \pm 2.7(27)$
2	1		$16 \pm 2.3(19)$	$16 \pm 2.3(19)$
3	2—6	$15.2 \pm 3.9(14)$	$16.8 \pm 2.7(10)$	$15.9 \pm 3.5(24)$
4	7—12	$13 \pm 2.4(5)$	$14.7 \pm 1.4(6)$	$13.9 \pm 2.1(11)$
5	13 и более	$11.8 \pm 1.8(19)$	$13.8 \pm 2.5(19)$	$12.8 \pm 2.4(38)$
Группы блох до 20 особей (III серия)				
1	Интактные	$11 \pm 2.3(14)$	—	$11 \pm 2.3(14)$
2	1	—	$14.6 \pm 3.2(10)$	$14.6 \pm 3.2(10)$
3	2—5	$12 \pm 3.2(8)$	$14.5 \pm 2.2(3)$	$12.7 \pm 3.2(11)$
4	7—12			
5	13 и более	$9.2 \pm 0.6(6)$	$11.2 \pm 1.7(7)$	$10.3 \pm 1.6(13)$

Примечание.  $\pm$  — среднее квадратическое отклонение; в скобках — число наблюдений.

опытов) возрос более чем на 17 %. В опытах следующего (4-го) срока с продолжительностью контакта прокормителя с блохами 7—12 сут происходило снижение показателя плодовитости и было особенно значительным в 1-й день опытов. Увеличение продолжительности контакта мышей с блохами до 13 и более дней (5-й срок) сопровождалось дальнейшим снижением показателя плодовитости. По сравнению с наиболее высокими показателями среднесуточной плодовитости, отмечавшимися в опытах 3-го срока, в 5-м сроке, по данным 1-го дня опытов, он понижался на 20, по 2-му дню — на 30 %.

Достоверность разницы между показателями среднесуточной плодовитости, полученной при сравнении 1-го и 3-го сроков, немного не достигла 5%-го уровня значимости. Вместе с тем при сравнении этих же сроков, по данным попарно связанных вариантов (9 опытов), разность, составившая 2.1 (17.3 %), превысила по критерию Вилкоксона 5%-ный уровень достоверности. Различия в показателях плодовитости, с одной стороны, в опытах 2-го и 3-го сроков и, с другой стороны, — 5-го срока оказались в высокой степени достоверными ( $P < 0.01$ ). Полученные данные позволяют с уверенностью утверждать, что по сравнению с группами блох, выпускавшихся на интактных белых мышей, эктопаразиты, кормившиеся на мышах, контактировавших с блохами в течение 2—6 сут (а вероятно, и после 1-суточного контакта), отличались более высоким уровнем яйцепродукции,

а в партиях блох, кормившихся на животных с продолжительностью контакта с ними 13 дней и более, показатель плодовитости снижался.

Результаты II серии опытов, в которых использовались группы до 10 блох, в основном повторяли динамику изменения показателя среднесуточной плодовитости предыдущей серии. При этом увеличение этого показателя от 1-го срока до 2-го, которые, как отмечалось, представляют разные дни одних и тех же опытов, было еще более значительным (на 29 %) и превышало различия по дням всех других вариантов опытов этой серии. По сравнению с группами блох, кормившихся на интактных мышах, в группах, выпускавшихся на животных 3-го срока этот показатель увеличивался более чем на 22 % с достоверностью разности на 1%-ном уровне. Различия между 2-м и 3-м сроками были незначительными (0.8 %). В 4-м сроке наблюдалось по сравнению с предыдущими уменьшение показателя плодовитости, но оно не достигало статистически достоверного уровня. Дальнейшее же понижение этого показателя по мере увеличения продолжительности контакта до 13 сут и более было более значительным и подтверждалось высоким значением критерия статистической достоверности как по показателям за отдельные дни опытов, так и по итоговым за оба дня опытов.

Материалы последней серии опытов, в которых использовались группы до 20 блох, небольшие по объему. В них, кроме того, пропущен 4-й срок, который, однако, как промежуточный не играет определяющей роли в оценке происходивших изменений в плодовитости блох. В этой серии опытов показатели плодовитости во все сроки были значительно ниже, чем в двух предыдущих, но наблюдалась та же, хотя и менее выраженная тенденция. По сравнению с 1-м сроком в 3-м отмечено небольшое увеличение показателя плодовитости (на 9.3 %) с низким уровнем его статистической достоверности. Увеличение же продолжительности контакта до 13 дней и более сопровождалось значительным и статистически достоверным уменьшением этого показателя по сравнению со 2-м и 3-м сроками.

Следует также отметить, что во всех сериях опытов показатель плодовитости блох, кормившихся на мышах 5-го срока, был ниже, чем в опытах с интактными животными. Однако эти различия не достигали статистически достоверного уровня.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных опытов показали, что плодовитость блох претерпевает закономерные изменения, коррелирующие с продолжительностью предварительного контакта с ними прокормителя. Показатель среднесуточной плодовитости возрастал уже через сутки с начала контакта, оставался на повышенном уровне при кормлении на мышах, контактировавших с блохами до 6 дней. По мере дальнейшего увеличения продолжительности контакта этот показатель начинал снижаться и, опустившись ниже исходного уровня, поддерживался на нем без существенных изменений.

По литературным данным, на плодовитость кровососущих насекомых могут оказывать влияние иммунные реакции хозяина. В опытах с комарами, в частности, показано, что при кормлении этих насекомых на искусственно иммунизированных животных у них снижается количество откладываемых яиц (Sutherland, Ewen, 1974; Ramasamy e. a., 1992). Вместе с тем в этих работах подопытные животные иммунизировались к тканям комаров, так как для их иммунизации использовались гомогенаты целых насекомых или их частей. Судя по всему, наблюдавшиеся нами изменения плодовитости блох также связаны с иммунными реакциями прокормителя, но возникали они на вводимый этими насекомыми при питании секрет слюнных желез.

Как известно, секрет слюнных желез кровососущих насекомых содержит целый ряд биохимических компонентов, обеспечивающих успешное кровососание. Он, в частности, способен снижать активность реакции тромбоцитов на повреждение ротовыми частями тканей и сосудов, обладает сосудорасширяющими свойствами, предотвращает свертывание крови, которое может вызвать закупорку пищевого канала хоботка и передних отделов кишечника (Ribeiro, 1987, 1996; Stark,

James, 1995). С другой стороны, обладая антигенной активностью, секрет слюнных желез вызывает в организме прокормителя разнообразные иммунные реакции, что установлено экспериментальными исследованиями для разных кровососущих насекомых, в том числе и для блох (Feingold e. a., 1968).

Можно предполагать, что наблюдавшиеся изменения плодовитости блох *L. segnis* связаны с возникновением и развитием у использовавшихся для их кормления белых мышей иммунных реакций на укусы эктопаразитов. При анализе полученных материалов складывается также впечатление, что секрет слюнных желез или его компоненты, попадая в организм прокормителя, не имевшего ранее контакта с блохами, может какое-то время сохраняться в нем, а возможно, даже и накапливаться, и способствовать кровососанию блох при последующих приемах пищи. С возникновением специфических иммунных реакций на вводимый секрет и по мере их усиления он инактивируется, в результате чего изменяются условия питания насекомых, что в свою очередь отражается на уровне их плодовитости.

Это предположение находится в противоречии с полученными нами ранее данными (Вашенок, 1995) о зависимости плодовитости блох этого же вида от их количества на прокормителе. Увеличение числа эктопаразитов должно, по логике высказанного предположения, способствовать репродуктивной активности в связи с большим количеством секрета слюнных желез, поступающего в организм хозяина. Вместе с тем это наблюдалось лишь при гиперинвазии, когда на зверька подсаживалось свыше 30 блох. Возможно, что здесь мы имеем дело с двумя разными механизмами. Один из них связан с иммунными реакциями хозяина, другой — с реакцией эктопаразитов на свою же численность, а при неестественно высокой численности иммунные реакции организма хозяина не справляются с избыточным количеством поступающего секрета.

Следует также отметить, что, по предварительным данным еще продолжающихся исследований, при увеличении контакта белых мышей с блохами до 40 и более дней наблюдается заметное повышение показателя плодовитости у питающихся на таких животных блох. Возможно, это связано с длительным и непрерывным поступлением антигена в организм хозяина.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 96-04-48389.

#### Список литературы

- Вашенок В. С. Зависимость активности яйцекладки от численности на хозяине у блох *Leptosylla segnis* (Siphonaptera: Leptosyllidae) // Паразитология. 1995. Т. 29, вып. 4. С. 267—272.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1980. 223 с.
- Feingold B. F., Benjamini E., Michaeli D. The allergic responses to insect bites // Ann. Rev. Entomol. 1968. Vol. 13. P. 137—158.
- Ramasamy M. S., Srikrishnaraj K. A., Wijekoon S., Jesuthasan L. S. B., Ramasamy R. Host immunity to mosquitoes: effect of antimosquito antibodies on *Anopheles tessellatus* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) // J. Med. Entomol. 1992. Vol. 29, N 6. P. 934—938.
- Ribeiro J. M. C. Role of saliva in blood-feeding by arthropods // Ann. Rev. Entomol. 1987. Vol. 32. P. 463—478.
- Ribeiro J. M. C. Role of saliva in blood-feeding by arthropods: diversity and redundancy // XX international congress of entomology. Proceedings. Firenz, Itali, august 25—31, 1996. P. XLV—XLVII.
- Stark K. P., James A. A. The salivary of disease vectors // The biology of disease vectors. University Press of Colorado, 1995. P. 333—348.
- Sutherland G. B., Ewen A. B. Fecundity decreases in mosquitoes ingesting blood from specifically sensitized mammals // J. Insect Physiol. 1974. Vol. 20, N 4. P. 655—660.
- Wikel S. K. Immune responses to arthropods and their products // Ann. Rev. Entomol. 1982. Vol. 27. P. 21—48.

ЗИН РАН, Санкт-Петербург, 199034

Поступила 15.07.1998

THE FECUNDITY CHANGES IN FLEAS LEPTOSYLLA SEGNIS (SIPHONAPTERA:  
LEPTOSYLLIDAE) UNDER INFLUENCE OF THE PRELIMINARY HOST-PARASITE  
CONTACT DURATION

V. S. Vashchonok

*Key words:* fleas, fecundity, duration of host-parasite contact.

SUMMARY

In experiments the fecundity of *Leptosylla segnis* was depended upon duration of the preliminary contact of the host (white mouse) with fleas of the same species. As the duration of the contact was promoted the daily mean number of eggs per female at first (at time of contact from 1 to 6 days) increased, then (at time of contact 7—12 days) declined and decreased below original level at 13—30 days of contact. It is supposed that observed changes in fleas fecundity were connected with the immune reactions of the host to the bites of insects.

---